

логике, но способного менять содержимое статичной памяти, таким образом решать задачи подобно процессору. К тому же производительность матриц FPGA в последние годы значительно увеличиваются за счет повышения степени интеграции на кристалле и использования специализированных вычислительных ядер и протоколов.

Кроме того матрицы FPGA способны выполнять большие параллельные вычисления по этому имеет смысл их применять в сложных приложениях или программах, при этом работая на сравнительно низких тактовых частотах, что дает им преимущество перед процессорами в электропотреблении.

Список используемой литературы

1. Архитектура ПЛИС (FPGA). [Электронный ресурс]. URL: <http://marsohod.org/11-blog/265-fpga>.
2. Мехатроника. Сборник статей технической тематики. URL: <http://mehatronics.ru>
3. Эрудиция российская электронная библиотека [Электронный ресурс]. URL: <http://www.erudition.ru/referat/printref/id.20456.1.html>.

УДК 528.082

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЁМА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

А.Г. Рыбаков*, Е.В. Лукьянова*, И.С. Бурмистрова,
Ю.Ф. Муратова**, М.В. Фёдорова****

**ЗАО «КонсОМ СКС», г. Магнитогорск, Россия*

***ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия*
rybakov.a@konsom.ru

Аннотация: В статье представлен анализ проблемы измерения объемов сыпучих материалов на актуальность, рассмотрены существующие методы и средства определения объемов, проведен их сравнительный анализ и выявлены основные проблемы, связанные с определением объемов сыпучих материалов.

Ключевые слова: сыпучий материал, определение объема, сравнение методов, контроль, применение.

MEASURING METHODS OF THE VOLUME OF BULK MATERIALS

A.G. Rybakov*, E.V. Lukyanova*, I.S. Burmistrova,
J.F. Muratova**, M.V. Fedorova****

**JSC «KonsOM SKS», Magnitogorsk, Russia*

***Nosov Magnitogorsk State Technical University
Magnitogorsk, Russia
rybakov.a@konsom.ru*

Abstract: The article deals with problems of measuring the volume of bulk materials and its relevance. Data are given about existing methods and means to determine the volume of bulk materials, the comparative analysis is conducted and the main issues related with the determination of the volumes of bulk materials are identified.

Keywords: the bulk material, determination of the volume, comparison of the methods, monitoring, usage.

Точные замеры объемов сыпучих материалов — это неотъемлемая часть работы горнорудных комбинатов, шахт, нефтеперерабатывающих заводов, химических производств, различных транспортных компаний и предприятий агропромышленного комплекса. Это вызвано тем, что сыпучие материалы сложно поддаются точному учету.

При этом сыпучее сырьё составляет значительную часть расходов предприятий и для эффективного его распределения необходимо контролировать объём.

Необходимая точность определения объемов в большей степени зависит от стоимости единицы объема материала и может варьироваться от единиц до долей процентов от общего объема материалов. Чем дороже материал, тем с большей точностью требуется вычислить его количество. Высокие требования к точному подсчету земляных работ предъявляют в настоящее время и строители. Объемы перемещённого грунта на больших строительных площадках измеряются миллионами кубометров, и ошибка в определении реальных трудозатрат может стоить миллионы рублей. Требования к точности определения объема часто могут достигать 1–3% от общего объема склада.

При выборе методов определения объемов сыпучих материалов необходимо уделять большое внимание следующим показателям:

- 1) периодичность;
- 2) оперативность;
- 3) точность;
- 4) трудозатратность;
- 5) стоимость.

В данной статье рассмотрены следующие методы определения объёма сыпучего материала, а также их применение в различных областях.

- визуальный метод;
- теоретический расчет;
- маркшейдерский замер;
- лазерные дальномеры/система уровнемеров/2D лазерное сканирование;
- 3D лазерное сканирование.

Визуальный метод является самым неточным среди всех других, погрешность может составлять порядка 20-30%. Приборы и специальные установки не применяются, от персонала лишь требуются определённые навыки, а значит влияние человеческого фактора очень велико. Такой метод подходит для любого процесса, где точность не приоритетна, и необходимо быстро определить объём материала.

Теоретический расчет – принцип метода заключается в расчете разницы количества поступающего и вывозимого материала. Этот метод подходит для любого производства, является более точным (по сравнению с визуальным методом), nonetheless необходимо постоянно следить за динамикой перемещения материала на складе, что в условиях автоматизированного производства является трудоёмкой задачей.

Маркшейдерский замер – производится измерение длины и высоты склада, определяется плотность складированного материала, углы естественных откосов и далее производятся расчеты их объемов на складах. Такой метод предполагает большие трудозатраты, специальное оборудование и выполняется не чаще одного раза в месяц. Основным ограничением при проведении маркшейдерских замеров является низкая скорость измерений и физическая невозможность детальной съемки больших объемов материалов. Не подходит для автоматизированного производства, применение находит в плановой инвентаризации.

Системы лазерного 2D сканирования – принцип метода основан на автоматическом измерении высоты поверхностей в нескольких точках склада. Для этого применяются специальные измерительные приборы. Они устанавливаются в нескольких точках так, чтобы в область измерения попадали все участки склада. Далее на основании полученных данных с приборов производится вычисление объемов материала на складе. Метод подразумевает применение большого количества датчиков, а также специального программного обеспечения, которое позволяет выполнять расчёты в автоматическом режиме с выводом информации оператору/диспетчеру в режиме реального времени. Подходит для автоматизированного производства, требует затрат на покупку и ввод в эксплуатацию оборудования.

3D лазерное сканирование – принцип метода основан на автоматическом сканировании лазерным сканером поверхности склада с сыпучим материалом.

Сканер устанавливается в нескольких точках так, чтобы в область сканирования попадали все участки склада. Поверхность склада при этом покрывается миллионами высокоточных измерений, а затем с помощью специального программного обеспечения создается её 3D модель. На завершающем этапе производится вычисление объемов материала. Технология 3D лазерного сканирования позволяет детально, с шагом до единиц миллиметров, обмерить и отразить форму материала на складе. Такая детальность обмеров лазерным сканером позволяет получить точность обмеров до 1%.

В таблице 1 приводится сравнительный анализ методов определения объемов сыпучих материалов. Предложенный обзор методов измерения не претендует на абсолютную полноту.

Проанализировав существующие методы определения объемов сыпучих материалов, нельзя определённо сказать, что какой-либо из методов уступает другим, т.к. выбор метода в каждом конкретном случае зависит от многих факторов: точности измерения, необходимой скорости получения результата, периодичности, стоимости, трудозатрат и т.д. В связи с этим, выбор метода определения объемов сыпучих материалов необходимо осуществлять, основываясь на приоритетных производственных факторах.

Список литературы

1. **Панов, А.Н.** Обеспечение управления качеством полезного ископаемого при добыче и переработке фосфоритового сырья/ Цуприк Л.С., Бурмистров К.В., Бурмистрова И.С. // Маркшейдерское и геологическое обеспечение горных: Сб. науч. трудов по материалам II международной научно-практической конференции / Под ред. Е.А. Горбатовой. - Магнитогорск: МДП, 2015. – С. 99-105
2. **Бурмистров, К.В.** Совершенствование процесса формирования и эксплуатации усреднительных складов на горнодобывающих предприятиях путем применения 2D-сканирования/ Цуприк Л.С., Бурмистрова И.С. // Комбинированная геотехнология: устойчивое и экологически сбалансированное освоение недр: материалы международной научно-технической конференции, г. Магнитогорск, 2015: - Сб. тезисов. – Магнитогорск: МГТУ, 2015. – С. 45-46
3. **Азарян, В.А.** Разработка функциональной схемы управления качеством в рудопотоках карьеров с целью повышения эффективности работы // Качество минерального сырья. - 2011. - Вып. 2011. - С. 60-64.
4. **Трубецкой, К.Н.** Открытые горные работы. Справочник / Потопов М.Г., Винницкий К.Е., Мельников Н.Н. и др. // М.: Горное бюро, 1994. - 590 с.

5. Мордасов, Д.М. Технические измерения плотности сыпучих материалов: Учеб. пособие. / Мордасов М.М. // Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 80 с.

6. Бураков, А.Е. Определение плотности сыпучего наноматериала: метод. разработки / Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 16 с. – 100 экз.

7. Измерение объемов сыпучих материалов и инвентаризация складов сырья / http://www.ngce.ru/izmerenie_obemov_syypuchih_materialov.html

УДК 624

СИСТЕМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА В УСЛОВИЯХ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Е.А. Завьялов, Е.С. Завьялова, А.В. Щербинин

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Россия, г. Магнитогорск
tirex-mag@mail.ru

Аннотация

В статье дается оценка опасности ведения горных работ. Постановлена задача внедрения системы позиционирования шахтеров на горном производстве. В светильник каждого шахтера устанавливается специальная RFID-метка, которые по беспроводному каналу связи отслеживаются специальными считывателями. С помощью конвертера интерфейса данные поступают на сервер, информация на котором доступна с автоматизированных рабочих мест диспетчера. Описана реализация системы на основе устройств ведущих производителей. Приведен пример работы системы позиционирования на горном предприятии.

Ключевые слова: метка, местоположение горнорабочих, шахта, сервер, информация.

POSITIONING SYSTEM OF OPERATING PERSONNEL IN UNDERGROUND MINING

E.A. Zav'jalov, E.S. Zav'jalova, A.V. Shherbinin

Nosov Magnitogorsk State Technical University
Russia, Magnitogorsk
tirex-mag@mail.ru

Abstract

The article assesses the dangers of mining. The task of implementing of the system of positioning miners on mining production is set. A special

RFID-tag is set in the light of each miner. Tags are wirelessly monitored by special readers. A converter of interface is used to transmit data to the server, where the information is stored. The information is available from workstations of dispatchers. The implementation of a system based on devices from leading manufacturers is described. An example of the operation of the positioning system on mining production is given.

Key words: tag, miners' location, mine, server, information.

Всем известна опасность горных работ. Причинами этой опасности являются условия работы, в которых приходится их вести. Давление горных пород, часто приводящее к обвалам стен; пыль, а также взрывчатые и вредные для здоровья человека газы; угроза прорыва, скопившихся вод в толще пород, в шахту - все это создает множество источников опасности, которые присутствуют в горном деле. Каждый год погибают несколько шахтеров, поэтому безопасность горнорабочих является актуальной темой на сегодняшний день.

Объектом исследования данной работы является система позиционирования. Цель работы – это создание системы позиционирования горнорабочих, способной в реальном времени отслеживать местоположение горнорабочих в шахте, а также передавать информацию об их местоположении аварийно-спасательным службам. Данная система удовлетворяет всем необходимым правилам и нормам безопасности.

В данной системе для отслеживания людей используются активные RFID-метки, которые встраиваются в шахтные светильники, метки отслеживаются стационарными считывателями, устанавливаемыми по всей шахте так чтобы покрыть все пространство, в котором могут находиться люди, считыватели посылают данные о местонахождении людей на сервер.

В качестве технологии слежения за мобильным объектом, была выбрана технология RFID метки.

RFID (Radio Frequency Identification) – бесконтактная технология, носителем информации является радиоволна. Для обеспечения работы системы не необходимы ни контакт со считывателем, ни прямая видимость считывателя. Надежность гарантируется и при работе в агрессивных средах, а также неблагоприятных климатических условиях.

Исходя из технологий, выбранных для создания системы, а также изученных аналогов, можно выделить несколько уровней:

- 1 уровень включает в себя радиоблоки необходимые для определения местоположения горнорабочих, такие радиоблоки будут встраиваться в шахтные головные светильники, они называются «метки», каждая метка имеет свой уникальный идентификатор, для определения человека, носящего эту метку;